不同配方信息素诱芯对二化螟的诱捕效果比较研究

李为争[1]，王红托[1]，游秀峰[2]，宣维健[1]，盛承发[1*]

(1. 中国科学院动物研究所，农业虫鼠害综合治理研究国家重点实验室，北京 100080；
2. 河南莲花集团股份有限公司，莲花复合肥一厂，河南项城 466200)

摘要：2004 年和 2005 年夏季在江淮稻区二化螟 *Chilo suppressalis* 性诱剂诱捕的结果表明：一种新型诱芯(其中顺-11-十六碳烯醛∶顺-9-十六碳烯醛为 2∶1)对第 1 代二化螟的日平均诱捕量相当于二化螟标准诱芯的 5 倍左右，而在越冬代和第 2 代成虫发生期则分别相当于后者的 1.5839 倍和 1.7474 倍。二化螟诱捕量取决于顺-11-十六碳烯醛和顺-9-十六碳烯醛的比例，而与其各自的剂量或信息素总剂量无明显关系，且它们的最佳配比可能因世代夜间温度的不同而不同，二化螟标准诱芯在第 1 代诱捕效果下降的原因可能是两种不饱和十六醛比例不适。

关键词：二化螟；信息素配方；诱芯；顺-11-十六碳烯醛；顺-9-十六碳烯醛

中图分类号：Q968　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2006)04-0710-04

Comparative research on trap efficiency of different blends on rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae)

LI Wei-Zheng[1], WANG Hong-Tuo[1], YOU Xiu-Feng[2], XUAN Wei-Jian[1], SHENG Cheng-Fa[1*] (1. State Key Laboratory of Integrated Management of Insects and Rodent Pests, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China; 2. The 1st Lianhua Compound Fertilizer Plant, Henan Lianhua Gourmet Powder Co., Ltd, Xiangcheng, Henan 466200, China)

Abstract: Season-long trapping tests during summers of 2004 and 2005 in the Yangtze-Huaihe rice-growing areas demonstrated that there were noticeable seasonal shifts for trapping *Chilo suppressalis* males. As for trapping the first generation, a four-component lure (162.3 μg *Z*-11-hexedecanal, 81.3 μg *Z*-9-hexedecanal, 56.4 μg hexedecanal, and 30.3μg *Z*-13-octadecenal) produced approximately 5-fold trap catches as did the standard pheromone lure of *C. suppressalis* reported. This ratio was significantly different with the ratios of the over-wintered and the second generation ranging from 1.52 to 1.87. Trap catch depended on the ratio of Z11- and Z9-hexedecanal, but did not depend on either component dosage or the total dosage. The optimal ratio of *Z*11- and *Z*9-hexedecanal for field trapping might change with different night-temperatures, and the declining of trap catch in the first flights might be due to the inappropriate ratio of *Z*11- and *Z*9-hexedecanal contained in the standard pheromone lure of *C. suppressalis*.

Key words: *Chilo suppressalis*; pheromonal blend; lure; (*Z*)-11-hexedecanal; (*Z*)-9-hexedecanal

二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)属鳞翅目螟蛾科，系温带和亚热带的亚洲水稻种植地区最严重的害虫之一，年发生代数因不同稻区年平均气温的不同有很大差别。随着绿色农业的普遍实施及害虫可持续控制策略的推广，信息素防治成虫将成为稻螟综合治理的重要构成部分。然而在江淮稻区该虫往往和水稻另一重要害虫——三化螟 *Scirpophaga incertulas* (Walker) 混合发生，成为信息素防治应用

基金项目：中国科学院动物研究所基金(A3097043)

作者简介：李为争，男，1978 年 10 月生，河南洛阳人，生态学博士研究生，E-mail：liwz@ioz.ac.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, Tel.：010-62569486；E-mail：shengcf@ioz.ac.cn

收稿日期 Received：2006-01-04；接受日期 Accepted：2006-05-17

的瓶颈问题。

目前世界广泛应用的二化螟性诱剂是以 48∶6∶5 的比例混合的顺-11-十六碳烯醛（*Z*11-16∶Ald）、顺-9-十六碳烯醛（*Z*9-16∶Ald）和顺-13-十八碳烯醛（*Z*13-18∶Ald）（Tatsuki *et al*.，1983）；中国广西的三化螟种群的信息素是以 54.1∶27.1∶18.8 比例存在的 *Z*11-16∶Ald、*Z*9-16∶Ald 和饱和十六醛（16∶Ald）（Du *et al*.，1987）。

利用单一诱芯迷向法可以兼治两种螟蛾，然而当处女雌蛾种群密度较高时，例如二化螟成虫的第 1 代和第 2 代盛期，则不能收到满意的防治效果（Cork and Basu，1996a；Cork *et al*.，1996b）。许多报道认为造成性诱捕器诱捕第 1 代二化螟效率下降的关键因子是处女雌蛾的种群密度（Kondo and Tanaka，1991，1994；Kondo *et al*.，1993），此外还有一些非生物因子，例如水稻植株的郁闭状态（Kondo *et al*.，1993），世代间不同的夜间温度等（Kanno *et al*.，1984）；而不同世代雄蛾的飞行能力和对信息素反应的差异并不显著（Kondo *et al*.，1993）。本文报道一种比现在通用的标准二化螟性诱芯更优越的新型诱芯，该诱芯在二化螟第 1 代发生期诱捕效率无显著下降，并分析了造成田间反常诱捕数据的原因。

2　材料与方法

2.1　诱芯

*Z*9-16∶Ald，*Z*11-16∶Ald，*Z*13-18∶Ald 和 16∶Ald 购于国外，在本室内用硅酸柱纯化。绿色天然橡胶塞（北京顺义橡胶厂）作为信息素载体，使用前用沸程 60～90℃的重蒸石油醚（北京金星化工厂）提取 24 h，并在室温下干燥。供试配方用上述石油醚分散后浸没在橡胶塞上，不加防腐剂。挥发溶剂后把这些诱芯密封于聚乙烯保鲜袋中，贮存于 4℃冰箱。本试验使用诱芯配方：（1）Tatsuki 等（1983）报道的 3 成分二化螟诱芯（RSBL，用作标准诱芯）；（2）Du 等（1987）报道的 3 成分三化螟诱芯（YSBL）；（3）在二化螟诱芯中加入 56.4 μg 的 16∶Ald 制成的 Generic 1，又名“双螟一号”；（4）在三化螟诱芯中加入 30.3 μg *Z*13-18∶Ald 配成的 Generic 2 又名“双螟一号”；（5）16∶Ald 和 *Z*13-18∶Ald 的含量以及总剂量均保持和 Generic 2 一致，同时 *Z*11-/*Z*9-16∶Ald 调整为 6∶1 制成的 Generic 3。诱芯成分、剂量如表 1 所示。

表 1　田间诱捕试验中使用的诱芯的成分和剂量（μg）

Table 1　Blend compositions and loading rates (μg) of the lures used in field-trapping tests

诱芯编号 Lure code	*Z*11-16∶Ald	*Z*9-16∶Ald	16∶Ald	*Z*13-18∶Ald	*Z*11/*Z*9	总剂量 Total dosage
RSBL	245.4	24.3	0.0	30.3	10∶1	300
Generic 1	245.4	24.3	56.4	30.3	10∶1	356.4
YSBL	162.3	81.3	56.4	0.0	2∶1	300
Generic 2	162.3	81.3	56.4	30.3	2∶1	330.3
Generic 3	231.2	38.5	56.4	30.3	6∶1	356.4

2.2　试验设计

田间诱捕试验在安徽省庐江县进行。2004 年 3 个诱捕期分别是 5 月 2 日～6 月 10 日、7 月 1 日～21 日和 8 月 3 日～27 日；2005 年 3 个诱捕期分别是 5 月 9 日～6 月 5 日、7 月 2 日～18 日和 8 月 6 日～24 日，分别包含每年 3 个世代成虫发生期的主要部分。绿色水盆（直径 24 cm）用竹制三角架固定于小区田埂上用作诱捕器，间距 25 m，空白诱捕器用作对照。随机区组排列，每隔 5 天重排 1 次以减少角边效应和风的影响。水盆中洗衣粉、水和诱芯每 15 天更换 1 次。每日记录捕获数量并弃残蛾。2004 年田间试验主要比较 RSBL、YSBL、Generic 1 和 Generic 2 的引诱效果；2005 年相同的试验设计在同一诱捕区进行了年度重复。每处理重复 10 次。

第二年 8 处理（各重复 20 次）的试验（2005 年 8 月 13 日～8 月 21 日）旨在弄清上述田间诱捕的反常结果的原因。除上述诱芯外还使用下述配方的诱芯：（1）双倍剂量的 Generic 2（660.6 μg）；（2）减半剂量的 RSBL（150 μg）；（3）Generic 3。

2.3　数据分析

因为世代与世代之间的间隔期诱捕量太少，平均化之后会严重干扰处理之间的比较，所以仅比较明显的始盛期到成虫末期诱捕的数据。这些数据进行 $(X+1)^{1/2}$ 转化，方差分析后如在 5% 水平上有显著差异，则使用邓肯氏新复极差法进行多重比较（Duncan’s new multiple range test）。

3 结果与分析

3.1 各配方诱芯诱捕效率相对于越冬代下降率比较

两个年份、4 种诱芯诱捕效果比较如表 2 所示。相对于越冬代而言,RSBL 和 Generic 1 对第 1 代成虫两年的平均诱捕效率分别下降 73%和 75.55%;第 2 代分别下降 83.6%和 91.65%。而 *Z*11-和 Z9-16:Ald 之比为 2:1 的 YSBL 和 Generic 2 的平均诱捕效率第 1 代分别下降 58.45%和 9.05%;第 2 代分别下降 86.75%和 82.30%。可见,所有信息素配方中唯有'Generic 2'在第 1 代能保持和越冬代同样高的诱捕效果,而第 2 代所有诱芯的平均诱捕量均严重下降。RSBL 和 Generic 1 日平均诱捕量比较表明:在二化螟天然信息素中加入占信息素总量 15.4%的 16:Ald 无增效作用。

3.2 不同世代间 Generic 2 和 RSBL 横向比较

相比较而言,2004 年和 2005 年数据的可重复性较好。2004 年和 2005 年针对第 1 代诱捕来说 Generic 2 和 RSBL 的日平均诱捕量之比平均为 5.2255;针对越冬代,2004 年这个比值是 1.5245,2005 年是 1.6433,平均是 1.5839;而针对第 2 代,2004 年这个比值是 1.6277,2005 年是 1.8672,平均为 1.7474。奇怪的是,这个比值与各世代平均夜间温度的记录相当吻合(表 2),例如第 1 代发生时平均夜间温度在 28℃左右,而越冬代和第 2 代发生时只有 21℃~25℃。

表 2 2004 年和 2005 年六个世代二化螟平均诱捕量和平均夜间温度(安徽庐江,中国)

Table 2 Average number of *Chilo suppressalis* males caught per night per trap and the mean night temperatures during the six testing periods (Lujiang County, Anhui Province, China)

诱芯编号 Lures code	2004 年各代成虫平均诱捕量 Mean catch of each generation of male moths in 2004			2005 年各代成虫平均诱捕量 Mean catch of each generation of male moths in 2005		
	越冬代 Over-wintered generation (21.8℃)*	第 1 代 1st generation (28.5℃)*	第 2 代 2nd generation (24.7℃)*	越冬代 Overwintered generation (23.1℃)*	第 1 代 1st generation (28.8℃)*	第 2 代 2nd generation (25.7℃)*
Generic 2	21.80±0.25 a AB	25.47±0.13 a A	5.99±0.34 a B	30.27±0.23 a A	19.72±0.12 a AB	2.39±0.14 b B
RSBL	14.30±0.34 b A	4.71±0.13 b B	3.68±0.27 ab B	18.42±0.12 b A	3.91±0.23 c B	1.28±0.12 bc BC
YSBL	8.33±0.23 c B	5.06±0.19 b B	1.86±0.28 ab C	15.42±0.23 b A	3.41±0.10 c B	0.69±0.36 c C
Generic 1	12.53±0.41 b A	3.22±0.38 b B	1.27±0.17 bBC	13.75±0.19 b A	3.19±0.41 c B	0.92±0.00 bc C
Blank trap	0.15±0.13 d A	0.08±0.00 c A	0.01±0.00 b A	0.01±0.00 c A	0.08±0.02 d A	0.14±0.19 d A

表中数据为平均值±标准误,同列数据后相同小写字母,和同行数据后相同大写字母表示差异不显著(Duncan's test, $P<0.05$)。*:各个世代的平均夜间温度。Data in the table are mean ± *SE*, and those followed by the same small letters in the same column or same capital letters in the same row had no significant difference (Duncan's test, $P<0.05$). *: Mean night-temperature of each generation

3.3 2004 年田间试验的 4 种配方和不同剂量的 Generic 2、RSBL 及 Generic 3 的比较

为了弄清造成上述反常诱捕数据的原因,我们比较了双倍剂量的 Generic 2、减半剂量的 RSBL、*Z*11-/*Z*9-16:Ald 为 6:1(介于 2:1 和 10:1 之间)的 Generic 3 以及上述 4 种信息素配方的诱捕效果,如表 3 所示。从表 3 可以看出 660.6 μg 和 330.3 μg 的 Generic 2 平均诱捕量之间无显著差异,而 300 μg 和 150 μg RSBL 的平均诱捕量之间亦无显著差异,但 Generic 2 系列却极显著大于 RSBL 系列的平均诱捕量,这就从根本上排除了二化螟诱捕量由 *Z*11-16:Ald 或 *Z*9-16:Ald 的含量单独决定的可能性。343.4 μg 的 Generic 3 和 330.3 μg 的 Generic 2 平均诱捕量无显著差异,说明比例在 2:1 到 6:1 之间的 *Z*11-16:Ald 和 *Z*9-16:Ald 均能引起二化螟雄蛾较大的反应。

表 3 2004 年田间试验的 4 种诱芯以及减半剂量二化螟信息素、双倍剂量'Generic 2'、以及 generic 3 平均诱捕量的比较(安徽庐江,2005 年 8 月 13~31 日)

Table 3 Comparison of *Chilo suppressalis* catches (N=20) with traps baited with the four lures as used in 2004 and 0.5×RSBL, 2×Generic 2, and Generic 3 (Lujiang, Anhui, August 13–21, 2005)

诱芯编号 Lure code	平均诱捕量 Mean catch
Generic 2 (660.6 μg)	8.11±0.36 a
Generic 2 (330.3 μg)	6.24±0.32 ab
Generic 3	4.66±0.22 b
RSBL (300 μg)	1.62±0.23 c
RSBL (150 μg)	1.54±0.12 c
Generic 1	1.48±0.07 c
YSBL	0.90±0.04 c
Blank trap	0.09±0.00 d

4 讨论

我们 2004 ~ 2005 **年在江淮稻区的田间诱捕结果表明不同信息素配比对二化螟雄蛾的田间诱捕存在着明显季节性差异。其中双螟二号** Generic 2 **在所有供试配方及所有试验时期均获得了最佳诱捕量，该配比在第** 1 **代成虫发生期诱捕效率无明显下降。进一步试验表明，诱捕总量与** *Z*11-16∶Ald **和** *Z*9-16∶Ald **的比例有关，而与它们各自的剂量以及诱芯信息素总剂量无明显关系。这种季节性差异现象在红带卷叶蛾** *Argyrotaenia velutinana* **和杂食卷叶蛾** *Platynota stultana* **诱捕试验中也报道过**（Baker *et al*.，1976，1978；Roelofs，1978）。

田间影响信息素诱捕的因素非常复杂。除了 Konda **等指出的野生雌蛾的种群密度的影响外**（Konda *et al*.，1993；Kondo and Tanaka，1991，1994），**二化螟信息素标准配方（文中** RSBL）**中** *Z*11-16∶Ald **和** *Z*9-16∶Ald **的比例不适也是导致其对第** 1 **代二化螟诱捕效率下降的重要因素。而双螟二号的诱捕效果在第** 1 **代时得以保持可能与第** 1 **代二化螟成虫发生期平均夜间温度较高有关，因此本试验筛选出的双螟二号更适合在热带和亚热带稻区代替现在的标准二化螟性诱芯用于大量诱捕或迷向法防治二化螟。本试验在田间自然变温下进行，要完全弄清二化螟雄蛾反应、两种不饱和十六碳烯醛的比例以及夜间温度三者的关系，需要用更大的** *Z*11-/*Z*9-16∶Ald **比例范围在人为控制的室内温度条件下进一步试验。**

参 考 文 献（References）

Baker TC，Carde RT，Roelofs WL，1976. Seasonal variations in pheromone trap catches of male omnivorous leafroller moths，*Platynota stultana*. *J*. *Chem*. *Ecol*.，2：333 – 352.

Baker JL，Hill AS，Roelofs WL，1978. Seasonal variations in pheromone trap catches of male omnivorous leafroller moths，*Platynota stultana*. *Environ*. *Entomol*.，7 (5)：399 – 401.

Cork A，Basu SK，1996a. Control of the yellow stem borer，*Scirpophaga incertulas* by mating disruption with a PVC resin formulation of the sex pheromone of *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera：Pyralidae) in India. *Bull*. *Entomol*. *Res*.，86：1 – 9.

Cork A，De Souza K，Krishnaiah K，Kumar DVSSR，Ashok Reddy A，Casagrande E，1996b. Control of yellow stem borer，*Scirpophaga incertulas* (Lepidoptera：Pyralidae) by mating disruption on rice in India：effect of unnatural pheromone blends and application time on efficacy. *Bull*. *Entomol*. *Res*.，86：515 – 524.

Du JW，Dai XJ，Xu SF，Tang XH，1987. Studies on sex pheromone of yellow stem borer，*Scirpophaga incertulas* (Walker)，Pyralidae，Lepidoptera. *Sci*. *Sin*. (*Series B*). 30：967 – 973.

Duncan DB，1955. Multiple range and multiple *F* tests. *Biometrics*，11：1 – 41.

Kanno K，Onozuka K，Mizusawa M，Saexi Y，Koike K，Fukami J，1984. Comparison of trap efficiency between the synthetic sex pheromone and the light trap in the rice stem borer moth，*Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera：Pyralidae). *Proc*. *Assoc*. *Plant Prot*. *Hokuriku*，32：44 – 46 (In Japanese with English summary).

Kondo A，Tanaka F，1991. Pheromone trap catches of the rice stem borer moth，*Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera：Pyralidae) and related trap variables in the field. *Appl*. *Entomol*. *Zool*.，26(2)：167 – 172.

Kondo A，Tanaka F，1994. Effect of wild virgin females on the pheromone trap efficiency in two annual generations of the rice stem borer moth，*Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera：Pyralidae). *Appl*. *Entomol*. *Zool*.，29(2)：279 – 281.

Kondo A，Tanaka F，Sugie H，Kokyo N，1993. Analysis of some biological factors affecting differential pheromone trap efficiency between generations in the rice stem borer moth，*Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera：Pyralidae). *Appl*. *Entomol*. *Zool*.，28 (4)：503 – 511.

Roelofs WL，1978. Production and perception of lepidopterous pheromone blends. *J*. *Chem*. *Ecol*.，4：685 – 699.

Tatsuki S，Kurihara M，Usui K，Ohguchi Y，Uchiumi K，Fukami J，Arai K，Yabuki S，Tanaka F，1983. Sex pheromone of the rice stem borer moth，*Chilo suppressalis* (Lepidoptera：Pyralidae)：the third component，*Z*-9-Hexadecenal. *Appl*. *Entomol*. *Zool*.，18：443 – 446.

（责任编辑：袁德成）